



ANALYSIS OF MACRONUTRIENT CONTENT, GLYCEMIC INDEX AND CALCIUM OXALATE ELIMINATION IN *Amorphophallus campanulatus* (Roxb.)

Endang Lukitaningsih, Rumiati, Ika Puspitasari, Meti Christiana

Fakultas Farmasi, Universitas Gadjah Mada, Jogjakarta

Abstract. Recently, the research to find alternative sources of carbohydrates as a replacement for rice has been developed. Walur is one of the carbohydrate sources that can be explored because it can be grown in any area without special treatment. However, walur has limitation for direct consumption, because it contains calcium oxalate. The purposes of this study were to determine the chemical character (macronutrient content), calculate glycemic index and get the proper washing techniques to eliminate calcium oxalate of walur. Macro nutrients content studied in this research include carbohydrates, fats, protein, starch and crude fiber. Analysis of macronutrients has been chemically done, while the glycemic index was measured by in vivo using glucose as a standard. Elimination of calcium oxalate was conducted by washing the fresh walur tubers using a solution of 0.01N HCl-NaOH, 5% NaCl, and solution of lemon-lime. The content of oxalate before and after washing was analyzed by permanganometry method. The results showed that walur containing $4.34 \pm 0.07\%$ of reducing sugar, $3.24 \pm 0.06\%$ of non-reducing sugar, $11.27 \pm 0.40\%$ of crude fiber, $0.03 \pm 1.05\%$ of starch and $0.57 \pm 0.01\%$ of protein. Qualitative analysis of fatty acids showed that hexadecanoic acid, octadecanoic acid, and the acid icosatetraenoic were detected in high concentrations. The glycemic index value of walur was relatively low, about of 16.9. In addition, washing technique using a solution of lemon-lime was the most excellent technique and can reduce the oxalate content up to 61.82%. From this research, it can be concluded that walur can be used as food substitute for rice after washing treatment using lemon-lime solution to remove the calcium oxalate content.

Keywords: Walur, chemical characteristics, glycemic index, calcium oxalate

I. PENDAHULUAN

Penduduk Indonesia tiap tahun semakin bertambah sehingga kebutuhan pangan meningkat, namun lahan pertanian yang ada semakin menyempit. Kebutuhan tersebut dapat dicukupi melalui diversifikasi pangan, karena terdapat banyak kekayaan alam Indonesia yang dapat dieksplorasi menjadi sumber karbohidrat, salah satunya adalah umbi-umbian. Data dari Departemen Pertanian [1] menyatakan bahwa konsumsi padi-padian (beras, jagung dan terigu) rumah tangga sebesar 316 gram/kapita/hari, padahal menurut standar Pola Pangan Harapan (PPH) seharusnya 275 gram/kapita/hari saja. Sementara itu, konsumsi umbi-umbian hanya 40 gram/kapita/hari dari jumlah ideal 100 gram/kapita/hari.

Umbi walur (*Amorphophallus campanulatus* (Roxb.) Bl. ex Decne forma *sylvestris* Back.) seperti pada gambar 1, merupakan salah satu kekayaan alam Indonesia yang mengandung karbohidrat sebesar 74,28% berat kering (bk) [2], sehingga berpotensi untuk dijadikan pangan [3,4]. Salah satu keterbatasan pemanfaatan umbi walur adalah adanya efek gatal-gatal dan iritasi bila dikonsumsi secara langsung, karena umbi mengandung kristal

kalsium oksalat [5]. Oleh karena itu perlu usaha agar bahan pangan ini tidak hanya memberikan nilai gizi yang cukup, tetapi juga tidak boleh menimbulkan toksisitas, yang juga dapat ditimbulkan oleh kalsium oksalat [6]. Dalam beberapa penelitian disebutkan bahwa senyawa oksalat dalam tanaman dapat berkurang dengan proses perendaman [7], pencucian dan proses pengolahan makanan seperti perebusan [8,9]. Perendaman umbi dengan larutan asam sitrat, asam klorida, dan natrium klorida dilaporkan dapat mengurangi kadar oksalat dalam umbi suku Araceae, seperti talas dan porang, hingga puluhan persen [10,11,12].

Khusus untuk pangan sumber karbohidrat, indeks glikemik juga menunjukkan keamanan suatu pangan karena memiliki relasi dengan penyakit diabetes. Indeks glikemik (IG) merupakan jumlah karbohidrat yang terdapat dalam makanan dan memiliki potensi menaikkan level glukosa darah [13]. Karbohidrat dengan indeks glikemik >70 secara cepat akan didigesti dan diabsorpsi dalam saluran pencernaan, dan secara bersamaan akan merangsang produksi insulin [14,15].



Gambar 1. Umbi Walur (kiri) dan tanaman Walur (kanan), merupakan tanaman lokal Indonesia yang prospektif sebagai bahan pangan pengganti beras

Dalam penelitian ini, dilakukan karakterisasi sifat kimia umbi walur, penetapan nilai indeks glikemiknya, dan eliminasi kadar kalsium oksalat dengan berbagai teknik pencucian.

II. METODOLOGI

Bahan

Umbi walur (*Amorphophallus campanulatus* (Roxb.) Bl.ex Decne forma *sylvestris* Back.) yang diperoleh dari desa Triwidadi, Pajangan, Bantul pada bulan Mei 2011. Asam klorida 37%, natrium hidroksida, natrium klorida, asam sulfat 96%, kalium ferrisianida, natrium karbonat, kalium klorida, kanji, natrium tiosulfat pentahidrat, natrium tetraborat dihidrat, asam asetat glasial, natrium asetat anhidrat, tembaga (II) sulfat pentahidrat, kalium natrium tartrat tetrahidrat, kalium sulfat, metanol, *bovine serum albumin*, dinatrium oksalat, kalsium oksalat, dapar fosfat pH 7,5 (p.a., Merck, Germany), seng sulfat heptahidrat, natrium tungstat anhidrat (p.a., Analar, England), kalium iodida (p.a., Kimia Farma, Indonesia), etil asetat, eter, petroleum eter, etanol 96% (teknis, PT. General Labora, Indonesia), GOD-PAP kit assay (Diasys, Germany), hewan uji tikus putih jantan galur Wistar, jeruk nipis, dan kapur sirih.

Alat

Instrumen spektrofotometer (Hitachi U-2900, Japan), mikroskop (Gxmicroscope L301, United Kingdom), *furnace* (Bibby Stuart, United Kingdom), neraca analitik (Boeco, Germany), oven (Memmert, England), instrumen GC-MS (Shimadzu QP2010S, Japan), *magnetic stirrer-hot plate* (Thermolyne Cimarec, United Kingdom), sentrifugator (Digisystem Lab Instrument, Taiwan), kompor listrik (Robusta, Germany), lemari pengering, mesin penyerbuk (Tiger, Indonesia), *blender* (Vento, USA), serta alat-alat gelas.

Metode Penelitian

1. Preparasi sampel

Umbi walur yang masih segar dikupas dan dicuci kemudian diiris dengan ketebalan 1 mm. Irisan dikeringkan pada lemari pengering pada suhu 50°C hingga kering dan irisan dapat dipatahkan. Irisan ini diserbuk dengan mesin penyerbuk.

2. Analisis makro nutrien

a. Analisis gula mereduksi dan tidak mereduksi mengacu pada AOAC 1995 [16].

Persiapan: ditimbang 5,675 g tepung umbi walur dan ditambah 5 mL etanol dan 50,0 mL larutan bufer asetat dalam erlenmeyer. Campuran digojog hingga terjadi suspensi. Segera ditambahkan natrium tungstat lalu digojog. Campuran kemudian disaring.

Analisis gula mereduksi: Sebanyak 5,0 filtrat ditempatkan dalam tabung reaksi, ditambah 10 mL kalium ferrisianida dan dipanaskan di atas penangas air mendidih selama 20 menit. Larutan didinginkan dan dipindah dalam Erlenmeyer. Tabung dibilas dengan 25 mL garam asetat lalu dituangkan ke Erlenmeyer. Larutan ditambah 1,0 mL indikator kanji-iodida kemudian dititrasi dengan larutan natrium tiosulfat 0,1 N hingga warna biru hilang. Dilakukan juga titrasi blanko.

Analisis gula tidak mereduksi: Sebanyak 5,0 filtrat ditempatkan dalam tabung reaksi dan dipanaskan di atas penangas air mendidih selama 15 menit. Larutan didinginkan dan dipindah dalam Erlenmeyer. Tabung dibilas dengan 25 mL garam asetat dan ditambahkan 10,0 mL kalium ferrisianida ke dalam Erlenmeyer. Larutan ditambah 1,0 mL indikator kanji-iodida kemudian dititrasi dengan larutan natrium tiosulfat 0,1 N hingga warna biru hilang.

b. Analisis pati mengacu pada AOAC 1970 [16]

Ditimbang 2 g serbuk sampel, dimasukkan dalam Erlenmeyer 250 mL. Ditambah 50 mL air dan diaduk selama 1 jam. Suspensi disaring dengan kertas saring dan dicuci dengan air sampai volume filtrat 250 mL. Residu dicuci 5 kali dengan 10 mL eter. Eter dibiarkan menguap dari residu. Endapan dicuci lagi dengan 150 mL alkohol 50%. Residu dipindahkan secara kuantitatif dari kertas saring ke dalam Erlenmeyer dengan pencucian 200 mL air dan ditambahkan 20 mL asam klorida 25%. Direfluks dengan pendingin balik selama 2,5 jam. Setelah dingin, dinetralkan dengan

natrium hidroksida 45%. Selanjutnya ditambah air hingga volume 500 mL kemudian disaring. Sebanyak 5 mL filtrat ditambah 10 mL kalium ferrisianida dalam tabung reaksi dan dipanaskan di atas penangas selama 20 menit lalu didinginkan. Larutan dituang dalam *iodine flask* dan tabung reaksi dicuci dengan 25 mL larutan garam asetat. Larutan ditambah 1,0 mL indikator kanji-iodida lalu segera dititrasi dengan larutan baku natrium tiosulfat 0,1 N.

c. Analisis serat kasar mengacu pada AOAC 1999 [18]

Ditimbang serbuk sampel sebanyak 10 g. Serbuk disokhletasi hingga pelarut yang bersirkulasi jernih. Serbuk ditambah 200 mL asam sulfat 1,25% dan direfluks selama satu jam. Campuran disaring dan endapan dinetralkan dengan air panas. Endapan netral ditambah 200 mL 1,25% natrium hidroksida dan direfluks selama 1 jam. Campuran disaring dan endapan dicuci menggunakan air panas lalu kalium sulfat 10% hingga filtrat yang menetes jernih, lalu 15 mL etanol 96%. Endapan yang tersaring dikeringkan pada suhu 105°C hingga bobot konstan.

d. Analisis protein

Persiapan: Sebanyak 2,0 g serbuk umbi ditimbang kemudian ditambah 10 mL dapar fosfat pH 7,5 dalam Erlenmeyer. Kemudian disaring dan dibilas hingga diperoleh filtrat sebanyak 10,0 mL. Filtrat disentrifugasi selama 15 menit. Supernatan dipisahkan dari endapan.

Pembuatan kurva baku: Ditimbang saksama 500 mg *bovine serum albumin* (BSA) dan dilarutkan dengan air hingga volume 10,0 mL. Dibuat seri kadar larutan untuk kurva baku dari stok tersebut dengan kadar 0,01-0,05%, seperti terlihat pada Tabel 1. Setelah tepat sepuluh menit, absorbansi dibaca pada panjang gelombang 550 nm terhadap blanko yang terdiri atas 4 mL reagen biuret dan 1 mL air.

Tabel I. Komposisi Seri Larutan Baku dan Kadar Akhir Larutan Baku yang digunakan dalam penetapan kadar protein

Li (μL)	Pereaksi Biuret (mL)	Aquadest (μL)	Kadar BSA (%)
10	4	990	0,01
20	4	980	0,02
30	4	970	0,03

40	4	960	0,04
50	4	950	0,05

Pembacaan sampel: sampel ditambah reagen biuret sebanyak 4 mL kemudian ditambah dapat fosfat hingga volume 5 mL. Larutan kemudian dibaca absorbansinya pada panjang gelombang 550 nm.

e. Analisis kualitatif komposisi asam lemak

Ditimbang 25 g serbuk umbi dan ditempatkan dalam Erlenmeyer kemudian ditambahkan 50 mL petroleum eter. Maserasi dilakukan selama semalaman kemudian disaring. Maserat disimpan dan ampas dimaserasi kembali hingga maserat jernih. Seluruh maserat dicampur kemudian diuapkan hingga kurang lebih 10 mL. Maserat disentrifugasi kemudian diuapkan hingga kental. Ekstrak kental ini diinjeksikan pada instrument GC-MS Shimadzu QP2010S dengan kondisi :

Kolom : RXi-5MS
Gas pembawa : Helium
Pengionan : EI 70 eV
Suhu kolom : 100°C selama 5 menit pertama dan naik perlahan hingga 305°C

f. Mikroskopi kristal kalsium oksalat pada umbi

Umbi segar diiris kemudian dioleskan pada *object glass* dan dibasahi dengan sedikit air kemudian ditutup dengan kaca penutup. *Object glass* ini diamati di bawah mikroskop dengan perbesaran 4 × 25 kali.

3. Penetapan indeks glisemik

Tikus usia dewasa (20 minggu) dibagi menjadi 3 kelompok. Kelompok pertama diberi control pelarut CMC-Na 0,5%, kelompok kedua diberi glukosa standar dengan dosis 2 g/kg BB (berat badan), dan kelompok ketiga diberi serbuk walur yang di suspensikan dalam CMC-Na 0,5% dengan dosis 2 g/kgBB. Pemberian bahan uji dilakukan secara oral, kemudian dilakukan *sampling* darah tikus sesaat sebelum pemberian bahan uji dan 1 dan 2 jam setelah pemberian bahan uji. Penetapan kadar glukosa darah dilakukan terhadap serum darah tikus menggunakan metode enzimatis dengan reagen GOD-PAP. Sebanyak 10 μL serum darah tikus diberi 1,0 mL reagen GOD-PAP kemudian diinkubasi selama 10 menit. Larutan dibaca serapannya pada λ 505 nm.

4. Eliminasi kandungan oksalat pada umbi

i. Analisis oksalat pada umbi. Eliminasi oksalat dengan berbagai teknik pencucian

- a) Metode asam klorida-natrium hidroksida Sebanyak 100 g umbi walur segar yang telah diiris setebal 2 mm dicuci menggunakan 250 mL larutan asam klorida 0,01 N selama 15 menit sebanyak 3 kali kemudian dibilas menggunakan air. Pencucian dilanjutkan dengan 250 mL larutan natrium hidroksida 0,01 N selama 15 menit sebanyak 3 kali kemudian dibilas menggunakan air.
 - b) Metode natrium klorida Sebanyak 100 g umbi walur segar yang telah diiris setebal 2 mm dicuci menggunakan 250 mL larutan natrium klorida 5% selama 15 menit sebanyak 3 kali kemudian dibilas menggunakan air hingga bersih.
 - c) Metode jeruk nipis-kapur sirih Sebanyak 100 g umbi walur segar yang telah diiris setebal 2 mm dicuci menggunakan 250 mL larutan jeruk nipis 1% selama 15 menit sebanyak 3 kali kemudian dibilas menggunakan air. Pencucian dilanjutkan dengan 250 mL larutan kapur sirih jenuh selama 15 menit sebanyak 3 kali kemudian dibilas menggunakan air.
- ii. Penetapan kadar oksalat secara permanganometri Persiapan: sebanyak 10 g umbi segar ditimbang, ditempatkan dalam Erlenmeyer kemudian ditambah 50,0 mL asam klorida 2 N. Campuran dipanaskan pada suhu 80°C selama 15 menit lalu didinginkan. Campuran yang dingin disaring hingga diperoleh 50,0 mL filtrat [9].

Pembakuan larutan standar kalium permanganat 0,1 N: Sebanyak 200 mg natrium oksalat ditimbang saksama. Sebelumnya natrium oksalat dikeringkan pada suhu 110°C hingga bobot konstan. Natrium oksalat dilarutkan dalam 250 mL air dan ditambah 7 mL asam sulfat. Larutan dipanaskan hingga suhu lebih kurang 70°C lalu dititrasi perlahan menggunakan larutan kalium permanganat dari buret sambil diaduk. Titrasi dihentikan ketika terbentuk warna merah muda pucat yang mantap selama 15 detik.

Penentuan kadar oksalat sampel:

Sampel diencerkan dengan pengenceran tertentu hingga volume akhir sebanyak 50 mL. Ke dalam larutan tersebut ditambahkan 1 mL asam sulfat pekat. Larutan dipanaskan di atas *hot plate*

hingga suhu 70°C lalu dititrasi perlahan dengan larutan kalium permanganat 0,1 N sambil diaduk hingga terbentuk warna merah muda pucat yang mantap selama 15 detik.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Kandungan gula

Penetapan kandungan gula dilakukan menggunakan metode titrimetri sesuai AOAC (1995). Metode ini berdasarkan sifat mereduksi dari gula yang dapat mereduksi kalium ferrisianida menjadi kalium ferrosianida. Sisa kalium ferrisianida yang tidak bereaksi dengan gula mereduksi, mengoksidasi kalium iodida menjadi iodin. Iodin yang terbentuk ini dititrasi dengan larutan standar natrium tiosulfat 0,1 N. Jumlah iodin yang terbentuk ekuivalen dengan sisa kalium ferrisianida, sehingga sisa kalium ferrisianida setara dengan larutan natrium thiosulfat 0,1 N yang digunakan dalam titrasi.

Hasil analisis menunjukkan bahwa kandungan gula mereduksi dan tidak mereduksi dalam umbi walur berturut-turut $4,34 \pm 0,07\%$ dan $3,24 \pm 0,06\%$. Kandungan gula mereduksi serbuk walur lebih besar dari gula tidak mereduksi. Namun, harga ini relatif sama bila dibandingkan dengan yang ditemukan dalam uwi yaitu $4,01\% \pm 0,15$ dan $2,96 \pm 0,14\%$ masing-masing untuk gula mereduksi dan tidak mereduksi [19]. Dari kadar gula mereduksi dan tidak mereduksi tersebut didapat kadar gula total dalam serbuk walur adalah sebesar 7,58%.

Kandungan pati

Pati dalam serbuk walur dianalisis dengan metode AOAC 1970 dimana awalnya serbuk dihidrolisis terlebih dahulu menggunakan asam dan dinetralkan dengan basa. Kemudian sejumlah larutan hasil hidrolisis ditetapkan kadar glukosanya secara titrimetri. Kadar pati diperoleh dengan mengkonversi berat glukosa ke berat pati dengan mengalikan faktor konversi sebesar 0,9. Kadar pati dari serbuk walur diperoleh sebesar $1,05\% \pm 0,03$. Harga ini lebih rendah bila dibandingkan dengan kadar pati dalam umbi suweg dan uwi yang memiliki kandungan pati masing-masing $3,34 \pm 5,6\%$ dan $15,60 \pm 0,01\%$ [20].

Kandungan pati berkontribusi pada kemampuan bahan pangan untuk membentuk gel dalam lambung atau efek sitoprotektif. Memperhatikan kandungan patinya, maka umbi walur diprediksikan tidak seperti umbi uwi yang memiliki aktivitas sitoprotektif.

Serat Kasar

Kadar serat yang ditetapkan dalam penelitian ini adalah kadar serat kasar yang ditetapkan dengan metode gravimetri. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kandungan serat kasar dari serbuk walur sebesar $11,27\% \pm 0,40$. Beberapa senyawa serat dalam jenis *Amorphophallus campanulatus* adalah selulosa dan hemi selulosa [21]. Salah satu senyawa hemi selulosa yang terdapat dalam jenis ini adalah glukomanan [22].

Serat pangan merupakan salah satu golongan karbohidrat yang tahan terhadap proses pencernaan dan absorpsi dalam usus halus [23]. Oleh karena sifat ini, maka serat dapat menghambat laju penyerapan nutrien dalam saluran pencernaan. Bila absorpsi yang dihambat adalah absorpsi karbohidrat terutama glukosa, maka berarti pangan tersebut memiliki nilai indeks glikemik yang rendah. Serat kasar dalam serbuk umbi walur jauh lebih tinggi dibandingkan serat kasar dalam umbi uwi yang berkisar $6,9 \pm 0,2\%$ [20]. Oleh karena itu, umbi walur diperkirakan memiliki nilai indeks glikemik yang rendah dan dapat dimanfaatkan sebagai sumber karbohidrat bagi penderita diabetes.

Protein

Kandungan protein dalam penelitian ini ditetapkan metode Biuret yang didasarkan pada kemampuan atom nitrogen pada ikatan peptide untuk membentuk kompleks berwarna biru dengan ion kupri. Warna biru ini dibaca pada panjang gelombang 550 nm.

Untuk menetapkan kadar secara spektrofotometri, diperlukan larutan pembanding. Pembanding yang digunakan adalah protein dari *bovine serum albumin* (BSA). Persamaan kurva baku yang dihasilkan dari seri kadar larutan BSA adalah $y = 10,7400x - 0,0658$ dengan koefisien korelasi 0,9950.

Dengan perhitungan menggunakan persamaan regresi tersebut, diperoleh harga kandungan protein dalam umbi walur sebesar $0,57\% \pm 0,01$ (Tabel II). Kandungan Protein dalam umbi walur relatif sama dengan kandungannya dalam umbi suweg yaitu sekitar $0,42 \pm 0,01\%$, namun jauh lebih kecil dari kandungan protein dalam beras yaitu sekitar $7,3\%$ [20].

Tabel II. Komposisi Kimia dari Umbi Walur

No.	Komposisi kimia	Kadar (%)
1	Gula mereduksi	$4,34 \pm 0,07$ (bk)
2	Gula tidak mereduksi	$3,24 \pm 0,06$ (bk)
3	Pati	$1,05 \pm 0,03$ (bk)
4	Serat kasar	$11,27 \pm 0,40$ (bk)
5	Protein	$0,57 \pm 0,01$ (bk)

Keterangan: bb=berat basah, bk=berat kering

Komposisi Asam Lemak

Pemeriksaan komposisi asam lemak secara GC-MS menghasilkan informasi bahwa komposisi asam lemak dari serbuk walur terdiri dari asam palmitat, asam linoleat dan *Eicosatetranic acid*, dengan kelimpahan relatif seperti pada Tabel III berikut.

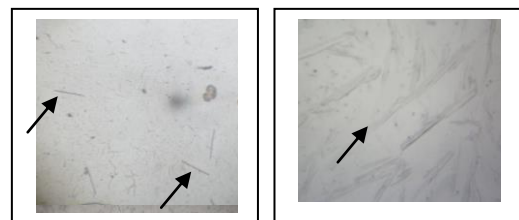
Tabel III. Komposisi Asam Lemak dari Serbuk Walur

Berat molekul	Perkiraan senyawa dari database	Kelimpahan relatif (%)
256	<i>Hexadecanoic acid</i> (asam palmitat)	11,19
280	<i>cis,cis-9,12-octadecadienoic acid</i> (asam linoleat)	45,69
304	<i>Eicosatetranic acid</i>	1,95

Adanya asam linoleat dalam umbi walur menunjukkan bahwa umbi walur memiliki keunggulan sebagai sumber lemak nabati esensial yang sangat bermanfaat bagi tubuh, yang tidak dimiliki oleh beras.

Mikroskopi Kristal Kalsium Oksalat dan cara eliminasinya

Kalsium oksalat merupakan senyawa yang terdapat dalam daun dan umbi jenis *Amorphophallus campanulatus*. Dalam penelitian ini dilakukan mikroskopi terhadap Kristal kalsium yang terdapat dalam umbi walur segar dan hasilnya seperti terlihat dalam gambar 2 berikut.



Gambar 2. Mikroskopi Kristal kalsium dalam getah (walur) dan standar. Kristal jarum ditunjukkan oleh anak panah. Diperoleh dengan perbesaran 4X25.

Kristal kalsium oksalat ditemukan dalam getah umbi walur berbentuk *single raphide* (jarum tunggal) dengan ukuran bervariasi, dari kecil hingga yang besar dan nampak jelas di bawah mikroskop, serta berbentuk jarum berkelompok (*raphides*) dari *raphide* ukuran kecil. Adanya kristal kalsium ini yang menyebabkan rasa gatal di kulit dan menjadi kendala bila umbi walur langsung dikonsumsi. Oleh karena itu

dilakukan upaya eliminasi kristal kalsium oksalat sebelum umbi diolah dan dikonsumsi. Telah dilakukan tiga metode untuk eliminasi ini, yaitu pencucian menggunakan HCl dilanjutkan penetralan dengan NaOH dan air; pencucian menggunakan NaCl dan terakhir metode pencucian dengan perasan jeruk nipis dilanjutkan penetralan dengan air kapur sirih dan air. Efektifitas eliminasi kristal kalsium oksalat dapat dilihat pada Tabel IV berikut.

Tabel IV. Kadar kalsium oksalat dalam sampel dan penurunannya setelah pencucian

Sampel	Rata-rata kadar kalsium oksalat (%)	Penurunan kalsium oksalat (%)
Umbi walur awal	35,69 ± 0,34 ^a	-
Eliminasi dengan HCl 0,01 N-NaOH 0,01 N	23,50 ± 0,30 ^b	34,16
Eliminasi dengan NaCl 5 %	20,32 ± 1,10 ^c	43,07
Eliminasi dengan jeruk nipis-kapur sirih	13,72 ± 0,12 ^d	61,82

Ket: Kadar dengan *superscript* yang berbeda berarti terdapat perbedaan yang bermakna ($p < 0,01$)

Dalam Tabel IV terlihat bahwa metode pencucian menggunakan perasan jeruk nipis dan air kapur sirih merupakan metode paling baik, dengan daya efektifitas eliminasi kristal kalsium oksalat paling besar yaitu mencapai 61,82%. Air perasan jeruk nipis banyak mengandung asam organik (asam sitrat dan asam askorbat) [24] yang memiliki kemampuan lebih baik menembus dinding sel idioblast dimana Ca -oksalat tersimpan, dibandingkan asam anorganik HCl. Oleh karena itu, kristal Ca -oksalat akan lebih banyak yang bisa dikeluarkan dari sel dan dilarutkan dalam suasana asam selanjutnya bisa tercuci dengan air.

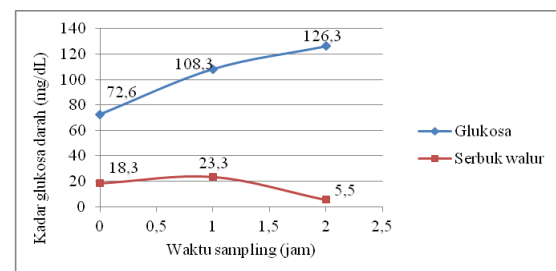
Larutan NaCl pekat (lebih dari 0,9%) juga memiliki kemampuan merusak dinding sel, sehingga Ca -oksalat dapat keluar. Akan tetapi suasana yang netral tidak mampu melarutkan Ca -oksalat, akibatnya Ca -oksalat tidak dapat tercuci dengan air. Oleh karena itu efektifitas penghilangan Ca -oksalatnya menjadi lebih rendah dibandingkan efektifitas air perasan jeruk nipis.

Pengukuran Indeks glisemik

Pengukuran indeks glisemik dikerjakan dengan mengukur kadar gula dalam darah hewan percobaan pada rentang waktu tertentu, setelah pemberian sampel (umbi walur). Hasil pengukuran glukosa darah terlihat pada gambar 3. Selanjutnya AUC dari grafik hubungan antara waktu (sumbu X) dan kadar glukosa (sumbu Y) dari hewan percobaan setelah pemberian sampel umbi walur dibandingkan dengan AUC dari hewan dengan pemberian glukosa standar. Hasil pengukuran kadar glukosa dan perhitungan indeks glisemik dapat dilihat pada Tabel V.

Tabel V. Kadar Glukosa Darah dan Indeks Glisemik dari Glukosa dan Serbuk Walur

Nama	Kadar glukosa darah pada jam ke- (mg/dL)			AUC	IG
	0	1	2		
Glukosa	72,6	108,3	126,3	207,75	100,0
Walur	18,3	23,3	5,5	35,2	16,9



Gambar 3. Grafik hubungan waktu sampling darah dengan kadar glukosa darah dari hewan percobaan. Kadar glukosa darah pada hewan uji yang menerima perlakuan glukosa jauh lebih tinggi daripada hewan uji yang menerima perlakuan serbuk walur.

Hasil pengukuran glukosa darah setelah konsumsi glukosa dan serbuk walur menunjukkan nilai AUC glukosa sebesar 207,75 dan nilai AUC serbuk walur sebesar 35,2. Nilai AUC glukosa dianggap sebagai standar dan diberi nilai 100. Nilai AUC walur dibandingkan dengan AUC glukosa standar sehingga didapatkan nilai IG serbuk walur sebesar 16,9 atau masuk dalam katagori IG rendah, karena kurang dari 55.

Oleh karena itu umbi walur sangat baik digunakan sebagai sumber alternatif karbohidrat selain beras bagi penderita diabetes mellitus. Namun demikian, masih perlu usaha mencari teknik penghilangan

kalsium oksalat yang dapat menghilangkan hingga 100% seluruh kalsium oksalat yang ada.

IV. KESIMPULAN

1. Serbuk umbi walur dalam penelitian ini memiliki karakter kimia meliputi kandungan gula mereduksi $4,34\% \pm 0,07$; gula tidak mereduksi $3,24\% \pm 0,07$; pati $1,05\% \pm 0,03$; serat $11,27\% \pm 0,40$; dan protein $0,57\% \pm 0,01$. Hasil menunjukkan bahwa serbuk umbi walur mengandung nutrisi yang dapat dimanfaatkan menjadi bahan pangan.
2. Serbuk umbi walur memiliki nilai indeks glikemik yang rendah, yaitu 16,9.
3. Teknik pencucian menggunakan larutan asam klorida-natrium hidroksida, natrium klorida, dan jeruk nipis-kapur sirih mempunyai kemampuan mengurangi kandungan oksalat dalam umbi walur. Teknik pencucian yang paling efektif adalah pencucian menggunakan larutan jeruk nipis dan kapur sirih, yang memberikan penurunan kadar asam oksalat sebesar 61,82%.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Fakultas Farmasi UGM yang telah mendanai penelitian ini melalui kegiatan Hibah Penelitian Berkualitas Prima Tahun Anggaran 2011.

REFERENSI

1. Deptan, 2012, *Pemerintah Apresiasi Program One Day No Rice di Depok*, <http://www.deptan.go.id/news/detail.php?id=960>; 8 Mei 2012
2. E. H. Purnomo, R. Anggraeni, P. Hariyadi, F. Kusnandar, dan Risfaheri, 2011, Reduksi Oksalat pada Umbi Walur (*Amorphophallus campanulatus* var. *Sylvesteris*) dan Aplikasi Pati Walur pada Cookies dan Mie, *Makalah Semnas PATPI* 2011, 5-11, Sulawesi Utara.
3. D. Das, S. Mondas, S.K. Roy, D. Maiti, B. Bhunia, T.K. Maiti, dan S.S. Islam, 2009, Isolation and Characterization of a Heteropolysaccharide From the Corm of *Amorphophallus campanulatus*, *Carbohydr Res*, 14; 344(18):2581-2585.
4. A.R. Utami, 2008, Kajian Indeks Glisemik dan Kapasitas *in vitro* Pengikatan Kolesterol dari Umbi Suweg (*Amorphophallus campanulatus* Bl.) dan Umbi Garut (*Maranta arundinaceae* L.), *Skripsi*, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
5. J. T. Watson, R.C. Jones, A.M. Siston, P.S. Diaz, S.I. Gerber, J.B. Crowe, dan R. D. Satzger, 2005, *Outbreak of Food-borne Illness Associated with Plant Material Containing Raphides*, <http://informahealthcare.com/doi/abs/10.1081/CLT-44721>, 1 Juni 2012.
6. T. Kriswidarti, 1980, Suweg (*Amorphophallus campanulatus* Bl.) kerabat bunga Bangkai yang berpotensi sebagai sumber karbohidrat, *Buletin Kebun Raya*, vol 4; 5; 171-174
7. cit Purnomo, Eko H., Anggraeni, R., Hariyadi, P., Kusnandar, F., dan Risfaheri, 2011, Reduksi Oksalat pada Umbi Walur (*Amorphophallus campanulatus* var. *Sylvesteris*) dan Aplikasi Pati Walur pada Cookies dan Mie, *Makalah Semnas PATPI* 2011, 5-11, Sulawesi Utara.
8. E. Marliana, 2011, Karakterisasi dan Pengaruh NaCl terhadap kandungan Oksalat dalam Pembuatan Tepung Talasbanten, *Skripsi*, Fakultas teknologi Pertanian Institut Pertanian Bogor.
9. S.C. Noonan, dan G.P. Savage, 1999, Oxalate Content of Food and Its Effect on Humans, *Asia Pacific J Clin Nutr*, 8(1):64-74.
10. G.P. Savage, L. Vanhanen, S.M. Mason, dan A.B. Ross, 2000, Effect of Cooking on The Soluble and Insoluble Oxalate Content of Some New Zealand food, *J Food Compos Anal*, 13:201-206.
11. O. Onayemi, dan N.C. Nwigwe. 1987. Effect of Processing on the Oxalate Content of Cocoyam. *Lebens-Wiss Technol*, 20(6): 293 – 295.
12. W. Kurdi, 2002. Reduksi Kalsium Oksalat pada Talas Bogor (*Colocasia esculenta* (L.) Schott.) sebagai Upaya Meningkatkan Mutu Keripik Talas. *Skripsi*. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
13. A. Prabowo, 2010. Frekuensi Penggunaan Larutan Garam secara Berulang pada Proses

- Penurunan Kandungan Kalsium Oksalat Chips Porang. *Skripsi*. Universitas Brawijaya, Malang.
13. B. Campbell, 2010, Glycemic Load vs. glycemic index, diambil dari www.nsca-lift.org, diakses pada Februari 2012
14. A.L. Jenkins, 2007, The Glycemic Index: Looking Back 25 years, *Cereal Food World*, March-April 2007, 52(2):50-53.
15. A. E. Buykens, Y. Kellerhoff, S.Hanh, A. Kroke, dan T. Remer, 2006, Urinary C-Peptide Excretion in Free-living Healthy Children is Related to Dietary Carbohydrate Intake but Not to The Dietary Glycemic Index, *J Nutr*, 136(7):1828-33.
16. AOAC, 1995, *Officials Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemist*, Association of Official Analytical Chemist, Washington D.C.
17. AOAC, 1970, *Officials Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemist*, Association of Official Analytical Chemist, Washington D.C.
18. AOAC, 1999, *Officials Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemist*, Association of Official Analytical Chemist, Washington D.C.
19. L. Kristiani, 2012, Analisis Kandungan Makro nutrien, Glisemik Indeks dan Efek Sito protektif, Skripsi, Fakultas Farmasi, Universitas Gadjah Mada
20. R. B. Ardiani, 2012, Analisis Kandungan Makro nutrient dan indeks glikemik dalam Suweg (*Amorphophallus campanulatus*) dan Upaya Eliminasi Getah Gatal yang Mengandung Kalsium Oksalat (Ca-Oksalat)
21. A.R. Angumeenal, dan D.Venkappayya, 2005, Bioconversion of *Amorphophallus campanulatus* to Citric Acid by *Aspergillus Niger*-Effect of Metal Ion to Fermentatio, Modelling Studies, and Correlation of Theoretical and Experimental Parameters, *Indian J Biotechnol*, 4:246-250.
22. N. Harijati, S.Widyarti, dan R.Azrianingsih, 2011, Effect of Dietary *Amorphophallus sp* From East Java on LDL-C Rats (*Rattus novergicus* Wistar Strain), *J Trop Life Science*, 1(2):50-54.
23. AACC, 2001, Fiber Definiton, dalam DeVris, J., 2011, *Global Fiber Definitions and Methode*, <http://www.ars.usda.gov>, 9 Mei 2012.
24. K.L. Penninston, S.Y. Nakada, R.P. Holmes, and D.G. Assimios, 2008, Quantitative Assessment of Citric Acid in Lemon Juice, Lime Juice and Commercially-Available Fruit Juice Product, *J. Endourol*, 22(3): 567-570